

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ УРАНИЛА(VI) В РАСПЛАВАХ ХЛОРИДОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

*Мальцев Д.С., Александров Д.Е., Волкович В.А., Васин Б.Д.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

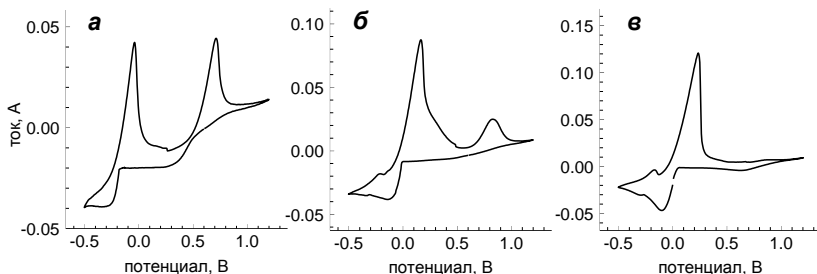
Расплавы на основе хлоридов щелочных металлов рассматриваются в качестве перспективных рабочих сред для пирохимической переработки облучённого ядерного топлива и для производства ядерных материалов. Уранилсодержащие расплавы могут быть использованы для переработки оксидного топлива, наработки  $\text{UO}_2$  или производства смешанного оксидного топлива. Понимание процессов, протекающих при восстановлении ионов  $\text{U(VI)}$  до  $\text{UO}_2$ , и поведения и ионно-координационного состояния соединений урана в расплавах важно для разработки технологических процессов. Образующимися в уранилсодержащих расплавах промежуточными соединениями ураноила(V) часто пренебрегают. Необходимо также учитывать, что продукты деления и конструкционные материалы, контактирующие с рабочими электролитами, также могут оказывать влияние на поведение и ионное состояние урана.

В настоящей работе были исследованы процессы, приводящие к восстановлению ионов уранила в хлоридных расплавах: электрохимическое и химическое восстановление и термическое разложение соединений уранила(VI). Эксперименты проводили при 450-850 °С в расплавах  $\text{LiCl}$ ,  $3\text{LiCl}-2\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}-\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}-2\text{CsCl}$  с использованием методов высокотемпературной спектроскопии и электрохимии. Восстановителями служили элементарные теллур, палладий, серебро, молибден, цирконий, ниобий и водород, а также ионы  $\text{Nb(III)}$ .

Восстановление соединений уранила(VI) до  $\text{UO}_2$  в расплавах хлоридов щелочных металлов всегда протекает через стадию образования ионов ураноила(V) и относительные количества  $\text{UO}_2\text{Cl}_4^{2-}$ ,  $\text{UO}_2\text{Cl}_4^{3-}$  и  $\text{UO}_2$ , присутствующих в системе, зависят от температуры, состава расплава и электрохимических свойств восстановителя. В некоторых случаях, например в присутствии в расплаве ионов ниобия или циркония, протекают реакции, приводящие к образованию ионов урана(IV)  $\text{UCl}_6^{2-}$ .

Водород, к примеру, восстанавливает ионы уранила(VI) до ураноила(V) и далее полностью до  $\text{UO}_2$ . О протекании данного процесса можно судить по электронным спектрам поглощения расплавов, а также по изменению характера циклических вольтамперограмм (пример представлен на рисунке). Характер процесса восстановления изменяется от обычного в инертных условиях двухступенчатого  $\text{UO}_2\text{Cl}_4^{2-} \rightarrow \text{UO}_2\text{Cl}_4^{3-}$

$\rightarrow \text{UO}_2$  до одностадийного  $\text{UO}_2\text{Cl}_4^{3-} \rightarrow \text{UO}_2$  вследствие химического восстановления ионов  $\text{UO}_2\text{Cl}_4^{2-}$ .



Циклические вольтамперограммы расплава  $\text{NaCl-KCl-UO}_2\text{Cl}_2$ : под атмосферой аргона (а), под атмосферой водорода (б), при барботировании водорода через расплав (в). Начальная концентрация  $[\text{U}]=0,787$  мас. %. Скорость поляризации 100 мВ/с. Электрод сравнения  $\text{Ag/AgCl}$  (1 мол. % в  $\text{NaCl-2CsCl}$ ).  $T=750^\circ\text{C}$ .

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕОЛИТА ТИПА ОФФРЕТИТА

*Мамедова Г.А.<sup>(1)</sup>, Ганбаров Д.М.<sup>(2)</sup>*

<sup>(1)</sup>Институт природных ресурсов

AZ 7000 Нахчыванское отделение НАН Азербайджана,

пр. Г.Алиева, д. 76

<sup>(2)</sup>Институт химических проблем НАН Азербайджана

Цеолит оффретит является редким минералом в природе. В структуре оффретита имеются колонны из чередующихся канкринитовых ячеек, то есть вдоль оси с период индентичности состоит из одной W-цепочки с периодом 7,59 Å. Благодаря этой особенности структура оффретита может адсорбировать вещество с более крупными молекулами, чем эрионит, которые в проекции *ab* имеют одинаковую структурную конфигурацию.

Целью настоящей работы является практическая реализация кристаллической структуры оффретита в Na,Mg-форме.

Эксперименты по гидротермальному синтезу намеченного цеолита проводили в автоклавах типа «Мори» с объемом 30 см<sup>3</sup> при температуре 170<sup>0</sup>С. Концентрация термального раствора NaOH составлял от 3 до 4,5 N.

Фазовый и химический состав исходных, промежуточных и конечных продуктов определяли рентгенографическим (ДРОН-3,5;  $\text{CuK}_\alpha$  – излучение, Ni – фильтр), термографическим (дериватограф Q-1500D) и рентгеноспектральным (СРМ-18) методами анализа.